

Flash-Driven Convective Mixing in Low-Mass, Metal-Deficient AGB Stars

岩本信之(国立天文台; iwamoto@th.nao.ac.jp)、梶野敏貴(国立天文台)、
G.J. Mathews(Univ. of Notre Dame)、藤本正行(北大理)、青木和光(国立天文台)

漸近巨星分枝(AGB)星は中心でのヘリウム燃焼を終えた後の進化段階に位置し、非常に明るく、強い質量放出を起こしていると考えられている天体である。この段階ではヘリウム燃焼は熱的に不安定であり、ヘリウム燃焼の暴走(熱パルス)段階と静穏な段階という二つの段階に分けることができる。熱パルス時にはヘリウム層内のほぼ全体に対流殻が広がり、この中で起こっている元素合成により生成された元素(炭素やs過程元素など)がヘリウム層内に分布する。この対流殻は水素外層の底部に近づくが、接触することはなかった。これはヘリウム層と水素外層との間に非常に大きなエントロピー差が存在するためである。

この研究では金属量 $[Fe/H] = -2.7$ を持った恒星モデル(質量範囲 $M = 1\text{--}2.5M_{\odot}$)の進化を主系列からAGB段階まで追った。その結果、熱パルス時に発生した対流殻が水素外層の方へ広がり、水素外層の底部に接触できることが分かった。これは金属量が減少するにつれて、重元素量も少なくなるために、水素燃焼殻は金属量の豊富な場合と比べて温度が高くなり、広がりを持つためである。したがって、水素外層とヘリウム層との間のエントロピー分布がなだらかになる。その結果、水素は対流によりヘリウム層内へ運ばれる。ヘリウム層内は水素燃焼に対して非常に高温であるために、運ばれてきた水素は豊富にある炭素(^{12}C)と反応し、急速に水素捕獲反応が進み、爆発的なエネルギー生成を起こす(水素フラッシュ)。これによりヘリウム層内の対流殻は二つに分離し、水素燃焼とヘリウム燃焼という二つのエネルギー源に支えられた対流殻ができる。

この研究では全ての質量範囲において対流殻は水素外層に達し、水素フラッシュを起こしていた。この水素フラッシュは非常に多くのエネルギー($L_{\text{H}}/L_{\odot} > 10^{10}$)を放出するために、水素外層を急速に膨張させる。その結果、通常より早い段階でthird dredge-upが起こり、水素燃焼で合成された窒素

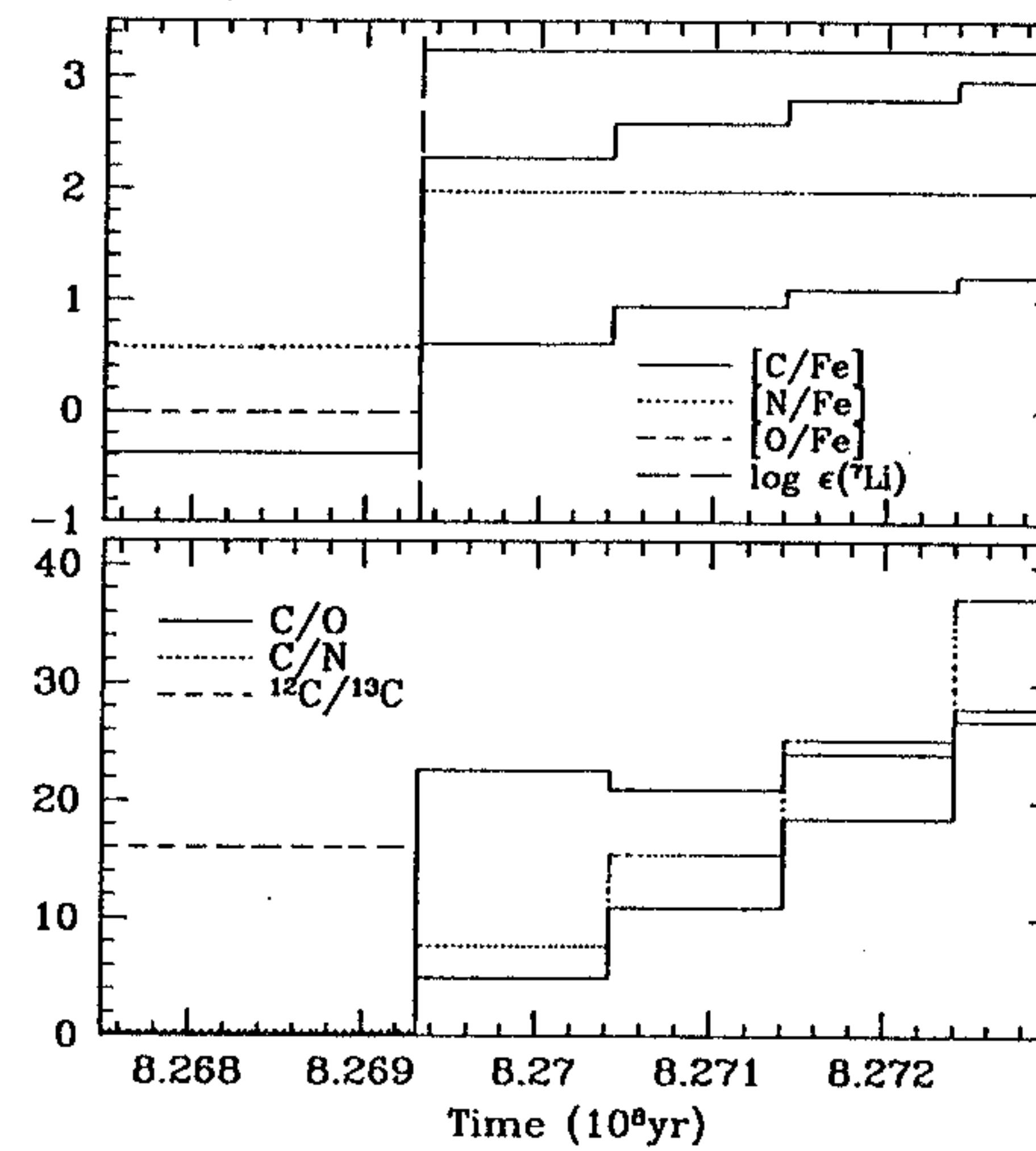


図 1: $2M_{\odot}$ モデルの AGB 段階での表面組成の変化。炭素、窒素、酸素及びリチウムの変化(上図; $[X/\text{Fe}] = \log(X/\text{Fe}) - \log(\text{X}/\text{Fe})_{\odot}$)、C/O、C/N、 $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比の変化(下図)がそれぞれ示してある。

やリチウム、さらには水素フラッシュ以前にヘリウム燃焼で合成されていた炭素や酸素が表面へ輸送され、炭素、窒素、そしてリチウム過剰な天体になる(図 1)。これ以後の熱パルスでは水素外層のCNO元素過剰により外層とヘリウム層との間のエントロピー差が大きくなるために水素フラッシュは起こらない。しかしながら、通常の third dredge-up は起こり続けるために、炭素と酸素の表面存在量は増え続ける。水素フラッシュを受けるとリチウム過剰になるのは、大量の ^{7}Be が水素対流殻中で合成され、これが陽子捕獲反応により壊される前に、外層対流による dredge-up により外側へ運ばれるためである。